

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-312781

(43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl. G06T 5/00  
 G06T 1/00  
 H04N 1/19  
 H04N 1/407

(21)Application number : 2001-156174

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 17.04.2001

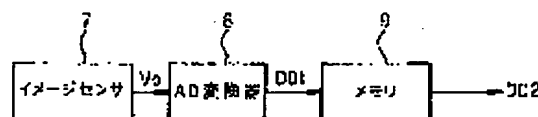
(72)Inventor : NAKAJIMA ATSUSHI  
 MORISHITA TAKESHI  
 SEKI HIDEO

## (54) IMAGE PROCESSOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily and quickly perform image processing for emphasizing contrast in a picture photographed by an image sensor having logarithmic output characteristics for enlarging a dynamic range.

SOLUTION: This image processor is provided with a conversion table for converting image data outputted from an image sensor into image data for emphasizing the change of brightness in a plurality of luminance areas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

Best Available Conv

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-312781

(P2002-312781A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 6 T 5/00	1 0 0	G 0 6 T 5/00	1 0 0 5 B 0 4 7
1/00	4 6 0	1/00	4 6 0 A 5 B 0 5 7
H 0 4 N 1/19		H 0 4 N 1/40	1 0 1 E 5 C 0 7 2
1/407		1/04	1 0 3 E 5 C 0 7 7

審査請求 有 請求項の数 6 書面 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-156174(P2001-156174)

(22) 出願日 平成13年4月17日 (2001. 4. 17)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 中島 篤志

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン

ダエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 森下 武

埼玉県狭山市新狭山1丁目10番地1 ホン

ダエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100077746

弁理士 鳥井 清

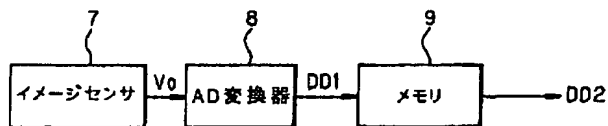
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【目的】 ダイナミックレンジを拡大するために対数出力特性をもたせたイメージセンサによって撮影した画像におけるコントラストを強調するための画像処理を容易かつ迅速に行わせるようにする。

【構成】 イメージセンサから出力する画像データの変換テーブルを用いて、複数の輝度領域における明るさの変化を強調する画像データに変換する手段をとるようにした画像処理装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 メージセンサによって撮影された画像のコントラストを強調する画像処理装置であって、イメージセンサから出力する画像データの変換テーブルを用いて、複数の輝度領域における明るさの変化を強調する画像データに変換する手段をとるようにしたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 全輝度領域を複数の連続的に分割して、複数の輝度領域における明るさの変化を連続的に強調するようにしたことを特徴とする請求項1の記載による画像処理装置。

【請求項3】 暗い部分の輝度領域を広くとり、コントラストを強調したい明るい部分の輝度領域を細分化するように、全輝度領域を複数の連続的に分割して、複数の輝度領域における明るさの変化を連続的に強調するようにしたことを特徴とする請求項1の記載による画像処理装置。

【請求項4】 全輝度領域を複数の断続的に分割して複数の輝度領域における明るさの変化を断続的に強調するようにしたことを特徴とする請求項1の記載による画像処理装置。

【請求項5】 複数の断続的に分割された各間の輝度領域を中間調の画像データに変換するようにしたことを特徴とする請求項4の記載による画像処理装置。

【請求項6】 対数出力特性をもったイメージセンサによって撮影された画像を処理するようにしたことを特徴とする請求項1の記載による画像処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、イメージセンサによって撮影された画像のコントラストを強調する画像処理装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

【0003】一般に、車両前方を撮影して道路上の白線検出を行うに際してトンネル内（外）からトンネル出口（入口）を撮影するような場合や、溶接、レーザ加工、プラズマ加工、溶射などの作業状況の監視を行う場合のように、非常に明るい部分（ハイライト部）とその周辺の暗い部分（シャドウ部）とが存在する被写体を撮影する場合には、特にダイナミックレンジの広いイメージセンサが要求される。

【0004】従来、ダイナミックレンジを拡大するべく、入射光の光量に応じて光電変換素子としてのフォトダイオードに流れるセンサ電流をトランジスタのサブスレッショルド領域の特性を利用して弱反転状態で対数特性をもって電圧信号に変換して、その変換された電圧信号に応じたセンサ信号を出力する光センサ回路を画素単位に用いた対数出力特性をもったイメージセンサが開発されている（特開2000-329616号公報参

照）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】解決しようとする問題は、ダイナミックレンジを拡大するために対数出力特性をもたせたイメージセンサでは、非常に明るい部分から暗い部分までカバーした撮影が可能になる反面、輝度が対数圧縮されているためにコントラストが不足してしまうことである。

【0006】例えば、メージセンサによって撮影された画像をモニター画面に映し出して視覚的に評価するような場合に、その画像のコントラストを上げるための処理をコンピュータによる論理的な画像処理の手法によって行わせるのでは、その処理に時間を要してリアルタイムでの画像の解析を行わせることができないという問題がある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による画像処理装置にあっては、ダイナミックレンジを拡大するために対数出力特性をもたせたイメージセンサによって撮影した画像におけるコントラストを強調するための画像処理を容易かつ迅速に行わせるようにするべく、イメージセンサから出力する画像データの変換テーブルを用いて、複数の輝度領域における明るさの変化を強調する画像データに変換する手段をとるようにしている。

## 【0008】

【実施例】図1は、本発明に係るイメージセンサの画素単位に用いられる光センサ回路の構成例を示している。

【0009】その光センサ回路は、入射光 $L_s$ の光量に応じたセンサ電流を生ずる光電変換素子としてのフォトダイオードPDと、そのフォトダイオードPDに流れるセンサ電流を、サブスレッショルド領域の特性を利用した弱反転状態で対数特性をもって電圧信号 $V_{pd}$ に変換するトランジスタQ1と、その変換された電圧信号 $V_{pd}$ を増幅するトランジスタQ2と、読出し信号 $V_s$ のバースタimingでもってセンサ信号 $V_o$ を出力するトランジスタQ3とによって構成されている。

【0010】その光センサ回路では、フォトダイオードPDに充分な光量をもって入射光 $L_s$ が当たっているときには、トランジスタQ1には充分なセンサ電流が流れることになり、そのトランジスタQ1の抵抗値もさほど大きくないことから、イメージセンサとして残像を生ずることがないような充分な応答速度をもって光信号の検出を行わせることができる。

【0011】しかし、フォトダイオードPDの入射光 $L_s$ の光量が少なくなるとトランジスタQ1に流れるセンサ電流が少なくなると、トランジスタQ1はそれに流れる電流が1桁小さくなるとその抵抗値が1桁大きくなるように動作するように設定されていることから、トランジスタQ1の抵抗値が増大し、フォトダイオードPDの寄生容量Cとの時定数が大きくなってその寄生容量Cに

3

蓄積された電荷を放電するのに時間がかかるようになる。そのため、入射光 $L_s$ の光量が少なくなるにしたがって、残像が長時間にわたって観測されることになる。

【0012】したがって、フォトダイオードPDの入射光 $L_s$ の光量が少ないときのセンサ電流に応じた電圧信号 $V_{pd}$ の飽和時間が長くなるため、図4に示すような読出し信号 $V_s$ のパルスタイミングでセンサ信号 $V_o$ の読み出しを行うと、当初ほど大きなレベルの出力が残像となってあらわれる。なお、図4中、 $V_{pd}'$ は増幅用のトランジスタ $Q_2$ によって反転増幅された電圧信号を示している。

【0013】このような光センサ回路にあって、センサ信号 $V_o$ の読出しに先がけて、トランジスタ $Q_1$ のドレイン電圧 $V_D$ を所定時間だけ定常値よりも低く設定して、フォトダイオードPDの寄生容量 $C$ に蓄積された電荷を放電させて初期化することにより、センサ電流に急激な変化が生じて即座にそのときの入射光量に応じた電圧信号が得られるようにして、入射光 $L_s$ の光量が少ない場合でも残像を生ずることがないようにしている。

【0014】図2は、そのときの光センサ回路における各部信号のタイムチャートを示している。ここで、 $t_1$ は初期化のタイミングを、 $t_2$ は光信号検出のタイミングを示している。トランジスタ $Q_1$ のドレイン電圧 $V_D$ を定常値（ハイレベル $H$ ）から低い電圧（ローレベル $L$ ）に切り換える所定時間 $t_m$ としては、例えば1画素分の読出し速度が100nsec程度の場合に5 $\mu$ sec程度に設定される。図中、 $T$ はフォトダイオードPDの寄生容量 $C$ の蓄積期間を示しており、その蓄積期間 $T$ はNTSC信号の場合1/30sec（または1/60sec）程度となる。

【0015】このようなものにおいて、初期化時にトランジスタ $Q_1$ のドレイン電圧 $V_D$ がローレベル $L$ に切り換えられると、そのときのゲート電圧 $V_G$ とドレイン電圧 $V_D$ との間の電位差がトランジスタ $Q_1$ のしきい値よりも大きければトランジスタ $Q_1$ が低抵抗状態になる。それにより、そのときのソース側の電位がドレイン電圧 $V_D$ と同じになり（ $n$ -MOSトランジスタではソース電圧＝ドレイン電圧となる）、フォトダイオードPDの接合容量 $C$ が放電状態になる。

【0016】そして、 $t_m$ 時間の経過後にそのドレイン電圧 $V_D$ が定常のハイレベル $H$ に切り換えられて光信号の検出が行われると、ソース側の電位がドレイン電圧 $V_D$ よりも低くなって、そのときのゲート電圧 $V_G$ とドレイン電圧 $V_D$ との間の電位差がしきい値よりも大きければMOSトランジスタ $Q_1$ が低抵抗状態になり、フォトダイオードPDの接合容量 $C$ に充電が開始される。

【0017】このように光信号の検出に先がけてフォトダイオードPDの接合容量 $C$ を放電させて初期化したのちにその寄生容量 $C$ を充電させるようにすると、その初期化のタイミングから一定時間経過した時点での出力電

4

圧（フォトダイオードPDの端子電圧） $V_{pd}$ は入射光 $L_s$ の光量に応じた値となる。すなわち、初期化後には入射光 $L_s$ の光量の変化に追従した一定の時定数による放電特性が得られるようになる。

【0018】その際、長時間放置すればドレイン電圧 $V_D$ からトランジスタ $Q_1$ を通して供給される電流とフォトダイオードPDを流れる電流とは同じになるが、前に残った電荷がなければ常に同じ放電特性が得られるので残像が生ずることがなくなる。

【0019】したがって、初期化してから一定の時間を定めて光信号を検出するようにすれば、入射光 $L_s$ の光量に応じた残像のないセンサ信号 $V_o$ を得ることができるようになる。

【0020】図3は、このような光センサ回路における入射光量に応じてフォトダイオードPDに流れるセンサ電流に対するセンサ信号 $V_o$ の出力特性を示している。それはセンサ電流が多いときには対数出力特性を示すが、センサ電流が少ないときにはフォトダイオードPDの寄生容量 $C$ の充電に応答遅れを生じてほぼ線形の非対数出力特性を示している。図中、 $WA$ は非対数応答領域を示し、 $WB$ は対数応答領域を示している。

【0021】図5は、このような光センサ回路を画素単位として、画素をマトリクス状に複数配設して、各画素のセンサ信号の時系列的な読出し走査を行わせるようにしたイメージセンサの一構成例を示している。

【0022】そのイメージセンサは、その基本的な構成が、例えば、 $D_{11} \sim D_{44}$ からなる $4 \times 4$ の画素をマトリクス状に配設して、各1ライン分の画素列を画素列選択回路1から順次出力される選択信号 $LS_1 \sim LS_4$ によって選択し、その選択された画素列における各画素を、画素選択回路2から順次出力される選択信号 $DS_1 \sim DS_4$ によってスイッチ群3における各対応するスイッチ $SW_1 \sim SW_4$ が逐次オン状態にされることによって各画素のセンサ信号 $V_o$ が時系列的に読み出されるようになっている。図中、4は各画素における前記トランジスタ $Q_1$ のゲート電圧 $V_G$ 用電源であり、6はドレイン電圧 $V_D$ 用電源である。

【0023】そして、このようなイメージセンサにおいて、各1ライン分の画素列の選択に際して、その選択された画素列における各画素の前記トランジスタ $Q_1$ のドレイン電圧 $V_D$ を所定のタイミングをもって定常時のハイレベル $H$ および初期化時のローレベル $L$ に切り換える電圧切換回路5が設けられている。

【0024】このように構成された本発明によるイメージセンサの動作について、図6に示す各部信号のタイムチャートとともに、以下説明をする。

【0025】まず、画素列選択信号 $LS_1$ がハイレベル $H$ になると、それに対応する $D_{11}$ 、 $D_{12}$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{14}$ からなる第1の画素列が選択される。そして、 $LS_1$ がハイレベル $H$ になっている一定期間 $T_1$ のあいだ

画素選択信号DS1～DS4が順次ハイレベルHになって、各画素D11、D12、D13、D14のセンサ信号V<sub>o</sub>が順次読み出される。

【0026】次いで、画素列選択信号LS1がローレベルLになった時点で次のLS2がハイレベルHになると、それに対応するD21、D22、D23、D24からなる第2の画素列が選択される。そして、LS2がハイレベルHになっている一定期間T1のあいだ画素選択信号DS1～DS4が順次ハイレベルHになって、各画素D21、D22、D23、D24のセンサ信号V<sub>o</sub>が順次読み出される。

【0027】以下同様に、画素列選択信号LS3およびLS4が連続的にハイレベルHになって各対応する第3および第4の画素列が順次選択され、LS3およびLS4がそれぞれハイレベルHになっている一定期間T1のあいだ画素選択信号DS1～DS4が順次ハイレベルHになって、各画素D31、D32、D33、D34およびD41、D42、D43、D44のセンサ信号V<sub>o</sub>が順次読み出される。

【0028】また、画素列選択信号LS1がT1期間後にローレベルLに立ち下がった時点で、そのとき選択されている第1の画素列における各画素D11、D12、D13、D14のドレイン電圧VD1をそれまでのハイレベルHからローレベルLに所定時間T2のあいだ切り換えることによって各画素の初期化が行われ、1サイクル期間T3の経過後に行われる次サイクルにおけるセンサ信号の読出しにそなえる。

【0029】次いで、画素列選択信号LS2がT1期間後にローレベルLに立ち下がった時点で、そのとき選択されている第2の画素列における各画素D21、D22、D23、D24のドレイン電圧VD1をそれまでのハイレベルHからローレベルLに所定時間T2のあいだ切り換えることによって各画素の初期化が行われ、1サイクル期間T3の経過後に行われる次サイクルにおけるセンサ信号の読出しにそなえる。

【0030】以下同様に、画素列選択信号LS3およびLS4がそれぞれT1期間後にローレベルLに立ち下がった時点で、そのとき選択されている第3および第4の画素列にそれぞれ対応するドレイン電圧VD3をローレベルLに切り換えて各画素の初期化が行われ、1サイクル期間T3の経過後に行われる次サイクルにおけるセンサ信号の読出しにそなえる。

【0031】なお、ここでは画素列選択信号LSX（X＝1～4）がT1期間後にローレベルLに立ち下がった時点でドレイン電圧VDXをローレベルLに切り換えて初期化を行わせるようにしているが、その初期化のタイミングは画素列選択信号LSXがローレベルL状態にある画素列選択の休止期間T4中であればよい。

【0032】以上のような各部信号の発生のタイミングは、図示しないECUの制御下で画素列選択回路1、画

素選択回路2および電圧切換回路5の駆動を行わせることによって決定されるようになっている。

【0033】このように、各画素のセンサ信号の読出し走査に応じた適切なタイミングをもって各画素の初期化を行わせることによって、イメージセンサ全体としての蓄積時間の過不足を低減できるようになる。

【0034】そして、残像がなく、ダイナミックレンジの広い対数出力特性をもったイメージセンサが実現できるようになる。

【0035】本発明による画像処理装置は、以上のように構成された対数出力特性を有するイメージセンサによって撮影した画像のコントラストを強調するための処理を容易かつ迅速に行わせることでできるようにするべく、イメージセンサから出力する画像データの変換テーブルを用いて、複数の輝度領域における明るさの変化を強調する画像データに変換する手段をとるようにしている。

【0036】図7は、そのための画像処理装置の構成例を示している。

【0037】それは、イメージセンサ7から時系列的に出力される画像データとしての各画素のセンサ信号（アナログ信号）V<sub>o</sub>をAD変換器8によってデジタル画信号DD1に変換したうえで、そのデジタル画信号DD1に応じて予め所定の出力変換用のテーブルが設定されているメモリ9から所定に変換されたデジタル画信号DD2を出力するように構成されている。

【0038】しかし、このような構成によれば、イメージセンサ7がどのような出力特性を有していても、出力変換用のテーブルが設定されているメモリ9を用いることによって、任意の出力特性に変換することが可能になる。

【0039】図8は、メモリ9に設定される出力変換テーブルの一例を示している。

【0040】この場合、イメージセンサ7から時系列的に出力される画像データとしての各画素のセンサ信号V<sub>o</sub>をAD変換器8によって12ビット（4096階調）のデジタル画信号DD1するようにしており、その0～4096階調にわたる全輝度領域を複数の連続的に等分割して、複数の輝度領域における明るさの変化を連続的に強調するようにしている。

【0041】ここでは、全輝度領域を1024階調の領域幅をもって4つの輝度領域A1～A4に等分割して、複数の輝度領域A1～A4における明るさの変化を連続的に強調するようにしている。

【0042】図8に示すような変換テーブルを用いてイメージセンサ7によって撮影された画像のデジタル画信号DD1をデジタル画信号DD2に変換することによって、地図の等高線のような輝度分布が得られる。

【0043】いま、イメージセンサ7によって撮影した画像が、例えば、図9に示すように、周囲が暗く、中心

部にいくほど明るさが増すような場合に、変換テーブルによって変換されたその処理された画像が、図10に示すように、各分割された輝度領域A1～A4における明るさの変化が等高線のように強調された画像になる。

【0044】同様に、図11はイメージセンサ7によってレーザ溶接部分を撮影した画像を示し、図12はその画像を変換テーブルによって処理した画像を示している。

【0045】このように、明るさの変化が等高線のように強調された画像をモニター画面に映し出すことにより、各部の輝度を容易に視認することができるようになる。

【0046】画像中の各部の輝度を測定する手順としては、イメージセンサ7によって撮影した画像を変換テーブルによって処理した画像の等高線のように強調された各部分の階調をその変換テーブルの設定内容から推定する。そして、予め測定しておいた図13に示すようなイメージセンサ7の性能特性を用いて、処理画像から推定した階調と輝度とを照らし合せて、各部の輝度をわり出す。

【0047】しかして、本発明によれば、簡単かつ迅速に画像の評価を行うことが可能となる。

【0048】なお、全輝度領域を輝度領域ごとに複数の分割するに際して、その分割数を多くすることにより、複数の輝度領域における明るさの変化をより細分化して強調することができるようになる。

【0049】また、図14に示すように、輝度分布状態の解析を必要としない暗部分の輝度領域を広くとり、輝度分布状態の解析を必要とする暗部分の輝度領域を細分化するようにするなど、全輝度領域を分割する輝度領域の幅をランダムに設定するようにすれば、目的に応じて輝度分布状態の解析を効率良く行わせることができるようになる。

【0050】さらに、図15に示すように、全輝度領域を複数の断続的に分割して複数の輝度領域における明るさの変化を断続的に強調するようにすることも可能である。

【0051】その際、複数の断続的に分割された各間の輝度領域を中間の階調に変換するようにする。

【0052】図16に示すイメージセンサ7によって撮影した画像を、図15の変換テーブルを用いて処理すると、図17に示すように、全輝度領域を複数の断続的に分割することによって明るさの変化が断続的に強調された輝度領域の各間が中間調によって表現された画像が得られる。

【0053】また、本発明によれば、撮影に先がけて各画素を初期化して残像の発生を抑制するようにしたイメージセンサ7を用いているので高速での撮影が可能となり（最大毎秒400フレームまで撮影可能）、そのため例えば蛍光灯のチラツキに追従した照明の輝度分布状態

の解析をもリアルタイムで行うことができるようになる。

【0054】

【発明の効果】以上、本発明による画像処理装置においては、イメージセンサから出力する画像データの変換テーブルを用いて、複数の輝度領域における明るさの変化を強調する画像データに変換する手段をとるようにしたもので、ダイナミックレンジを拡大するために対数出力特性をもたせたイメージセンサによって撮影した画像におけるコントラストを強調するための画像処理を容易かつ迅速に行わせるようにすることができるという利点を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に用いられるイメージセンサの画素単位となる光センサ回路の構成例を示す電気回路図である。

【図2】その光センサ回路における各部信号のタイムチャートである。

【図3】その光センサ回路の入射光量に応じてフォトダイオードに流れるセンサ電流に対するセンサ信号の出力特性を示す図である。

【図4】初期化を行わない場合の光センサ回路における入射光量が少ないときに所定のタイミングで読み出されるセンサ信号の出力特性を示す図である。

【図5】本発明に係るイメージセンサの構成例を示すブロック図である。

【図6】そのイメージセンサにおける各部信号のタイムチャートである。

【図7】本発明による画像処理装置の一実施例を示すブロック構成図である。

【図8】同実施例のメモリに設定される出力変換テーブルにおける入、出力データの変換特性の一例を示す図である。

【図9】イメージセンサによる撮影画像の一例を示す図である。

【図10】図9に示す撮影画像を本発明によって処理した画像の状態の一例を示す図である。

【図11】イメージセンサによる撮影画像の他の例を示す図である。

【図12】図11に示す撮影画像を本発明によって処理した画像の状態の一例を示す図である。

【図13】撮影対象物の輝度分布に対するイメージセンサの実際の出力特性を示す図である。

【図14】出力変換テーブルにおける入、出力データの変換特性の他の例を示す図である。

【図15】出力変換テーブルにおける入、出力データの変換特性のさらに他の例を示す図である。

【図16】イメージセンサによる撮影画像のさらに他の例を示す図である。

【図17】図16に示す撮影画像を本発明によって処理した画像の状態の一例を示す図である。

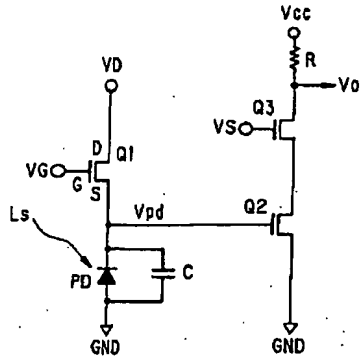
【符号の説明】

7 イメージセンサ

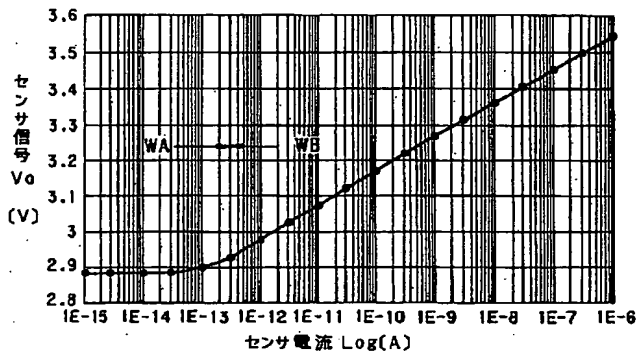
8 AD変換器

9 出力変換用テーブルのメモリ

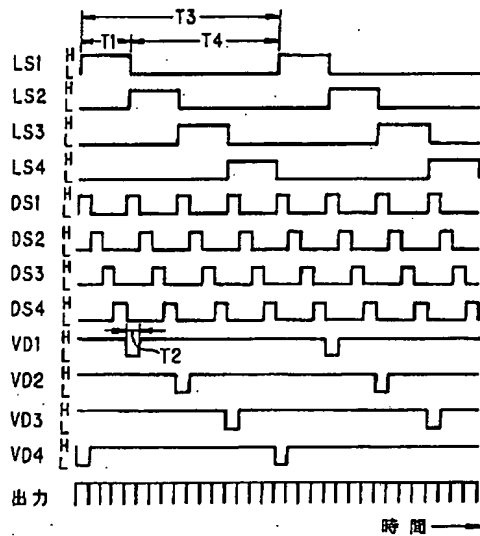
【図1】



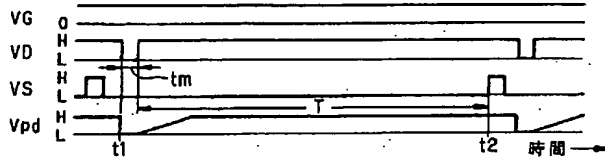
【図3】



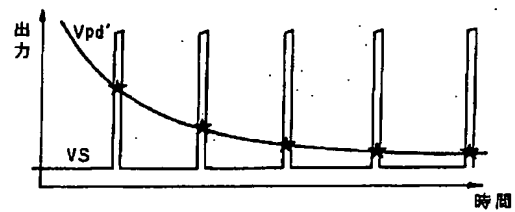
【図6】



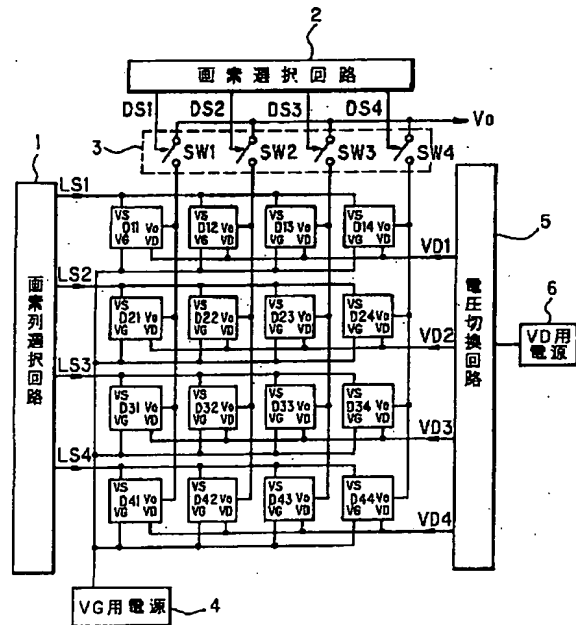
【図2】



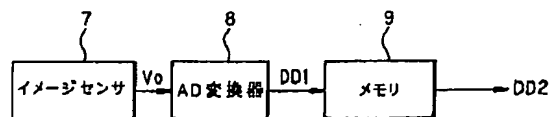
【図4】



【図5】

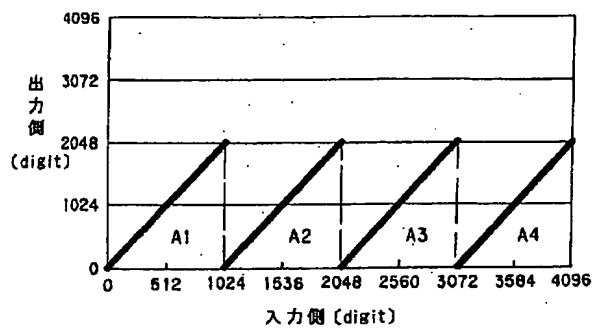


【図7】

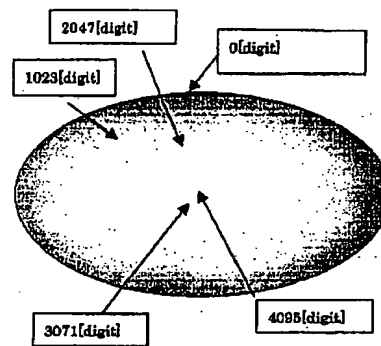




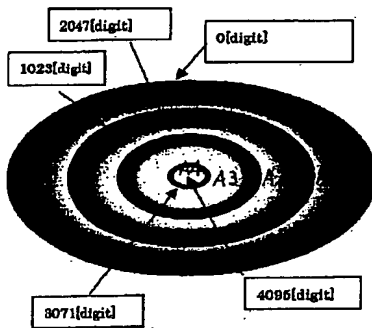
【図 8】



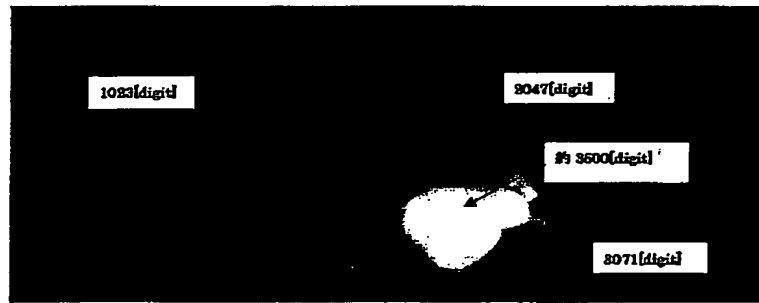
【図 9】



【図 10】



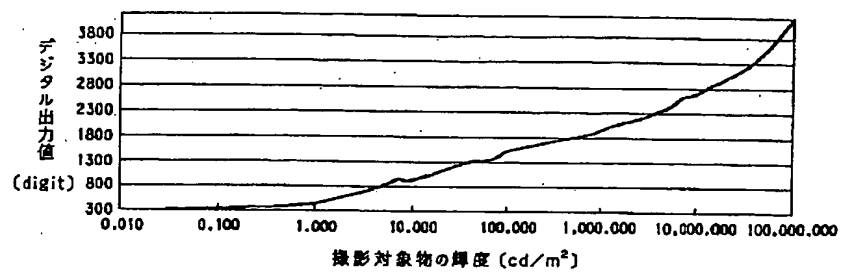
【図 11】



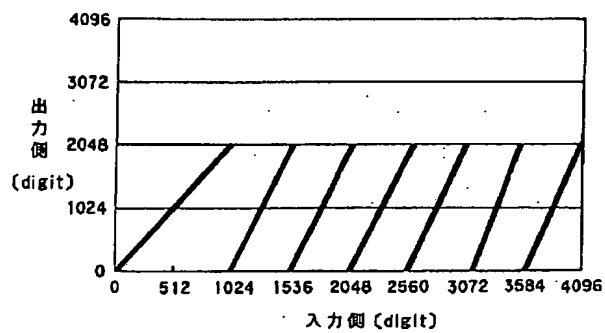
【図 12】



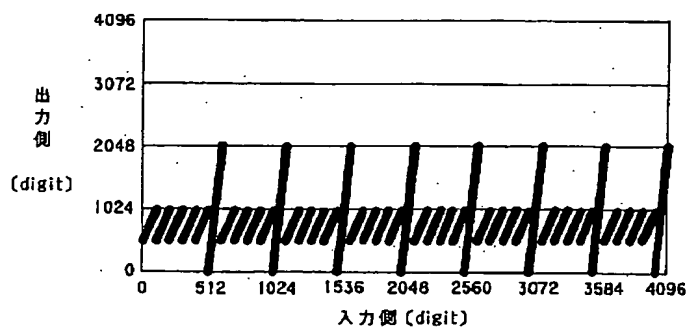
【図 13】



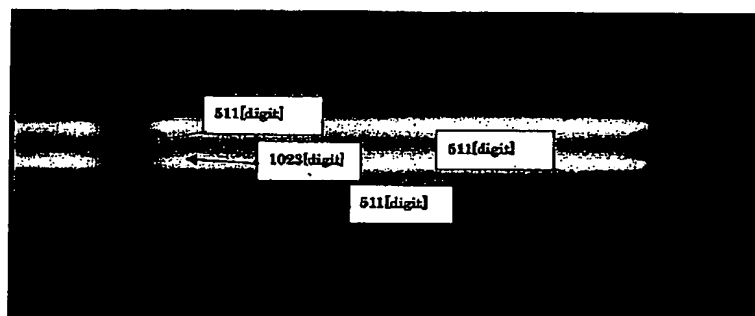
【図 14】



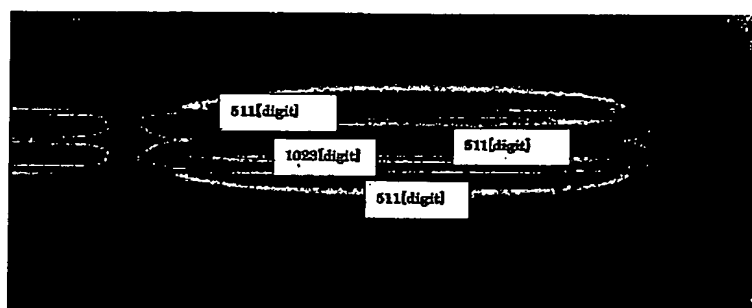
【図 15】



【図 16】



【図 17】




---

フロントページの続き

(72)発明者 関 英男  
 埼玉県狭山市新狭山 1 丁目10番地 1 ホン  
 ダエンジニアリング株式会社内

F ターム (参考) 5B047 BB04 CB05 DA01 DB01  
 5B057 BA02 BA12 BA28 CA08 CA12  
 CA16 CB08 CB12 CB16 CE11  
 5C072 BA07 BA15 EA08 UA01  
 5C077 LL19 MM02 PP15 PQ23

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**